

DIE ZAHNSTEINLÖSENDE WIRKUNG VON
MONOÄTHANOLAMINDIGLYKOLAT BEI VERSCHIEDENEN PUTZKÖRPERN

VON

PAUL SZABÓ

Mainz 1966



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus der Klinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
der Johannes Gutenberg-Universität zu Mainz
Direktor: Professor Dr. F. Jung

DIE ZAHNSTEINLÖSENDE WIRKUNG VON
MONOÄTHANOLAMINDIGLYKOLAT BEI VERSCHIEDENEN PUTZKÖRPERN

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Würde eines Doktors der Zahnheilkunde
der Hohen Medizinischen Fakultät der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

vorgelegt von
PAUL SZABÓ
Zahnarzt
aus Cegléd/Ungarn

MAINZ 1965

Dekan: Professor Dr. J. Borneff

Referent: Professor Dr. J. Kluczka

Tag der mündlichen Prüfung: 30. Juni 1966



Gesamtherstellung: Ditters Bürodienst, Mainz a. Rh.

MEINER LIEBEN FRAU



EINLEITUNG

Die Zahnsteinbildung und ihre Bekämpfung ist und bleibt ein Problem, um dessen Lösung die zahnärztliche Wissenschaft in starkem Maße bemüht ist.

Zu Beginn des 19. Jahrhunderts erschienen verschiedene Artikel zu Pflege und "Verschönerung" des Mundes. Die beachtenswerteste Schrift dieser Zeit ist das "Kallopistria", das diese Artikel behandelt. Der Autor dieser Schrift, F.B. Trommsdorf (1), stellt verschiedene Rezepte für Zahnpulver, Zahnlatwerge und Zahntinkturen auf. Diese Mittel dienten dazu, stark verunreinigte Zähne und Zahnfleischentzündungen zu bekämpfen. Auch mit Mundwassern, Zahnpasten und Kautabletten wurde nach Türkheim (2) versucht, die Zahnsteinbildung zu beeinflussen.

Nach dem zweiten Weltkrieg wurden die fehlenden Zahnpasten und Zahnpulver durch Zahnseifen ersetzt. Aber bald wurden die negativen Einflüsse dieser Zahnseifen auf die Zahnhartsubstanzen erkannt. In darauffolgenden Jahren bemühte man sich um geeignetere Mittel, die in hygienischer Hinsicht die Zahnseifen voll ersetzten und zugleich der Zahnhartsubstanz keine Schädigungen zufügten.

Die "pathogenetische Bedeutung" des Zahnsteins offenbart sich zweifellos als eine der wichtigsten Faktoren zur Unterhaltung entzündlicher Prozesse. Dies ist besonders am marginalen Paradentium zu erkennen (Focke 3). Die Ursache der Parodontitis wurde des öfteren schon als bakterieller Faktor hingestellt. Es handelt sich um die sogenannte Spirillose. Ein Beweis für die spezifische Pathogenität der Spirillen konnte aber nicht erbracht werden. Vielmehr wurden Veränderungen am Marginalen Paradentium bei lokalen Reizfaktoren - schlecht-sitzenden Kronen, überstehenden Füllungsrandern, Zahnsteinansatz und nicht zuletzt ungünstigen mechanischen Einwirkungen falschen Zahnbürstengebrauches sowie bei Schädigungen durch ungeeignete Zahnpflegemittel usw. - beigebracht. Aber nicht nur diese genannten Faktoren bewirken Schädigungen am Marginalen Paradentium, sondern Zahnpflegemittel, Zahnpulver - Pasten, die in der Regel aus Calciumkarbonat und Tricalciumphosphat bestehen - dürfen einer kritischen Betrachtung auch nicht entgehen. Diese Pulver oder Pasten lagern sich während des Putzens in den Interdentalräumen und in den cervikalen Zahnfleischtaschen ab. Hier bleiben sie liegen und wirken als Fremdkörper, die einen starken Reiz ausüben können. Sie können Leukozyteninfiltration und kleinere Abszessbildung verursachen (Naeslund).

Unser heutiges Vorgehen zielt darauf hin, das erkrankte Marginale Paradentium von exogenen Reizen und von supra- sowie subgingivalem Zahnsteinansatz zu befreien. Der subgingivale Zahnsteinansatz wird von Kluczka (4) und Mathis (5) als Konkrement bezeichnet, da seine Entstehung der Steinbildung im Organismus nahe kommt. Daher ist die Entfernung von Zahnstein ein absolutes Gebot. Wir dürfen uns natürlich nicht damit begnügen, daß wir die "monströse" Zahnsteinablagerung entfernen, sondern müssen versuchen, mit geeigneten Instrumenten auch die interproximalen Teile der Tasche von Zahnstein frei zu halten. Sind einmal alle weichen Beläge und Konkremeente entfernt, so kann der Patient durch Aufklärung zur Erlernung einer richtigen Bürstenprophylaxe einer wirk-samen Zahnsteinbildung weitgehend entgegenwirken.

Wie oft könnte eine Parodontosebehandlung umgangen werden, wenn die exakte Zahnsteinentfernung rechtzeitig erfolgen würde. Leider wird diese Maßnahme oft so wenig gewürdigt, daß der behandelnde Arzt mit einer zweiminütigen "Mundtoilette" sein Gewissen beruhigt (Mathis 6).

Zahlreiche Wissenschaftler sind bemüht, das Problem der Zahnsteinbildung und Verhütung zu lösen. Man suchte u. a. vor allem nach geeigneten chemischen Mitteln, die die Zahnsteinneubildung verhindern. Solche Mittel glauben die Mitarbeiter der Chemischen Fabrik Budenheim, Rudolf A. Oetker, Dr. Pietruk und Dr. Pfrendle gefunden zu haben.

Darauf beauftragte mich Herr Professor Dr. J. Kluczka, in einer Versuchsreihe von 43 Probanden in einem Zeitraum von 25 Monaten die Wirksamkeit und die u. U. auftretenden negativen Einflüsse dieses chemischen Mittels auf die Zahnhartsubstanz zu prüfen.

Während Wende (7) und Gerber (8) eine gewisse Reduktion des Zahnsteins feststellen konnten, sollte ich untersuchen, welche Wirkungen verschiedene Putzkörper auf Zahnstein und Zähne haben.

Der Foetor ex ore und seine Ursache

Man kann zwischen intraoral und extraoral gelegenen Ursachen für die Herkunft des üblen Mundgeruchs unterscheiden. Für uns ist hier nur die intraorale Ursache von Bedeutung.

Folgende Zusammenstellung gibt einen groben Überblick über die vielfältigen Ursachen des Foetor ex ore:

1. Schleimhauterkrankungen der Mundhöhle wie:
 - a) Stomatitiden
 - b) Gingivitiden
 - c) Parodontitiden
 - d) Parodontosen
2. Zahnstein supra und subgingival
3. Tonsillenerkrankungen
4. Liegenbleiben und Zersetzung von Speiseresten in den Zahnzwischenräumen
5. Mangelnde Reinigung und Mundpflege

Hierzu gesellt sich die Wirkung durch die von Mikroben und ihren Enzymapparaten verursachten abnormen Gärungs- und Fäulnisvorgängen, deren gasige Produkte der Exhalationsluft beigemischt werden (H. Mathis - W. Winkler).

Wenn ich von diesen Faktoren der Zahnsteinablagerungen ausgehe, so geschieht es mit Absicht. Ich will nun näher darauf eingehen:

Die früheren Meinungen über die Aetiologie des Zahnsteins gingen stark auseinander. So brachte man Zahnsteinablagerungen mit Erkrankungen des Magen-Darm-Trakts in Verbindung, u. a. bei Gicht und Cholelithiasis. Auch Arzneimittel in Verbindung mit dem Speichel brachte man mit verstärkter Zahnsteinbildung in Zusammenhang. Heute weiß man, daß nur das Zusammentreffen verschiedener Faktoren zur Zahnsteinablagerung führen kann, so z. B. kann sie herrühren von der Anlagerung organischer Substanzen an den Zahn, die durch Calciumsalze langsam eine Inkrustation erfahren.

Es gibt verschiedene Theorien der Inkrustation:

1. Zahnsteinbildung ist ein kolloid-chemischer Prozess
2. Zahnsteinbildung erfolgt durch Enzyme (Robinson)
3. Zahnsteinbildung erfolgt durch Einwirkung von Mikroorganismen (Naeslund 9)
4. Zahnsteinbildung erfolgt durch Ausfällung von Calciumsalzen aus dem Speichel (Miller 10)
5. Zahnstein entsteht wie alle Steinbildungen aus einer weichen Vorstufe, die im wesentlichen aus Eiweißkoagel besteht. Dieser weiche Kern schrumpft und härtet. Er zeigt also den Vorgang der Synärese (Mathis). In ihn diffundieren die mineralischen Bestandteile des Speichels ein, oder sie lagern sich häutchenartig seiner Oberfläche an.

Mathis und Winkler stellen sich die Zahnsteinneubildung so vor, daß aus dem stagnierenden Speichel oder aus eiweißhaltigen Sekreten (entzündliches Taschensekret) ein Koagel entsteht, das sich in geeigneten kapillären Spalten, wie z.B. in den Interdenträumen und Zahnfleischtaschen, ablagert und in das später - bei wieder einsetzender Speichelsekretion - die mineralischen Bestandteile gelangen. Demnach muß der Zahnstein aus organischen und mineralischen Komponenten bestehen. Zu der organischen Komponente gehört nach Rosenthal (11) Fibrin und Porphirin. Zu den mineralischen Komponenten gehört Calciumphosphat, Calciumoxalat und Kieselsäure. Der mineralische Anteil des fertigen harten Zahnsteins besteht im wesentlichen aus Hydroxalapatit, einem Mineral von der Zusammensetzung $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6 \text{OH}_2$. Dieses Hydroxalapatit bildet auch die Kristallite des Schmelzes und den anorganischen Anteil des Zahnbeins. Die alte Auffassung, ein zahnsteinlösendes Mittel greife auch den Schmelz an, erhält dadurch Bestätigung. Wir müssen uns allerdings vor Augen halten, daß die Intensität der Einwirkung auf Schmelz und Zahnstein verschieden sein kann. So wurden verschiedene Methoden über Zahnsteinbeseitigung und Verhütung von Zahnsteinbildung beschrieben.

An erster Stelle steht die mechanische Reinigung als Prophylaxe und an zweiter Stelle solche chemischen Substanzen, die die Zahnsteinbildung im Negativen beeinflussen:

1. Methode der mechanischen Zahnreinigung durch den Zahnarzt und durch Selbstbehandlung;

Die mechanische Reinigung durch den Patienten erfolgt in erster Linie mit der Zahnbürste. Es gibt verschiedene Methoden von wirksamen Reinigungsmaßnahmen. Alle Methoden aber zeigen bei richtiger Beherrschung der Technik ein befriedigendes Resultat. Die meisten Reinigungsmethoden gehen von der Charters-Methode aus. Nach Charters (12) werden die Borsten der Bürste in einem Winkel von 45° und 90° zur Zahnachse angesetzt und in dieser Stellung eine kreisende oder vibrierende Bewegung durchgeführt.

Die Stillman-Methode (13) ist nur bei intakten Zahnfleischverhältnissen indiziert.

Die Methode nach Fones (14) besagt, daß die Bürste bei geschlossener Zahnreihe eingeführt wird und an den buccalen Flächen weite, fegende und scheuernde Kreise beschreibt.

Die Methode nach Hirschfeld (15) beginnt mit dem Bürsten der Kauflächen unter kreisförmigen Bewegungen. Die vertikale Bewegung ist auch wirksam, vorausgesetzt, daß die Zähne eine normale Stellung haben und die Gingiva gesund ist.

2. Chemische Mittel zur Bekämpfung von Zahnsteinbildung und die u. U. auftretenden negativen Einflüsse auf die Zahnhartsubstanzen.

Kaum auf einem anderen Gebiet herrscht ein solches Überangebot an Verhütungs- und Bekämpfungsmitteln, denen oft mit raffinierter Propaganda wundersame Wirkungen zugesichert werden. Eins davon verspricht Cariesverhütung, ein anderes bekämpft wiederum Parodontose, ein drittes begnügt sich mit dem Hinweis auf seine zahnsteinlösenden Eigenschaften. Man erlebt wahre Wunder, wenn Rundfunk und Fernsehen die verschiedenen Zahnpasten propagieren. Demnach müßten wir längst schon frei von Caries und Parodontose sein! Aber trotz des steigenden Verbrauches an Mundkosmetika ist die Verseuchung aller Zivilisierten mit Caries und Parodontose unaufhaltsam fortgeschritten. Wir Ärzte könnten nur wünschen, daß ein kleiner Anteil des Gewinns an diesen Kosmetika der Cariesforschung zugeführt würde. Die Zahnpflege gehört leider noch immer mehr zur Kosmetik als zur Gesundheitsfürsorge. Ihre Durchführung ver-

danken wir mehr der geschäftlichen Propaganda und seiner massensuggestiven Wirkung als der Einsicht seiner Notwendigkeit.

Gerlachs (16) Zahnpasta, "Glysoliden", auf Glycerin-Basis aufgebaut, diene mehr der Cariesprophylaxe als der Zahnsteinbekämpfung. Der pH-Wert dieser Creme liegt dicht am Umschlagspunkt sauer/alkalisch, noch im leicht Alkalischen.

Schröder (17) fand bei seinen Experimentaluntersuchungen, daß schwach alkalische Zahnpflegemittel unwirksam sind. Bessere Resultate erzielte er mit dem stark alkalischen Mittel Natriumbikarbonat. Sein Nachteil war aber, daß dieses Salz langsam zerfällt und in reine Soda übergeht, was für die Schleimhaut durchaus nicht verträglich ist.

Henschel und Lieber berichten in den USA von "Ammident", einem Zahnpulver, das auf der Grundlage von sekundärem Ammoniumphosphat und synthetischem Harnstoff hergestellt wird. Es soll den Prozess der Säurebildung verlangsamen und die schon vorhandenen Säuren neutralisieren. Der Grundgedanke bei dieser Zahnpastenentwicklung lag darin, daß Ammoniak im Speichel, das z. T. aus dem im Munde vorkommenden Harnstoff entsteht, der Säurebildung im Zahnbelag entgegenwirkt.

Gerke und Spitzbart (18) untersuchten Zahnpulver, die als Wirkstoff Diammoniumphosphat und Harnstoff enthielten und konnten die Säurebildnerzahl mit diesen Zahnpulvern verringern, jedoch stieg nach zwei Stunden bereits die Säurebildnerzahl wieder an.

Scheibe (19) versuchte, in Form von Tabletten ein spezifisch wirkendes Mittel herzustellen. Dieses bestand aus einer 19 %igen Kaliumchlorat- und Alaunlösung. Er stellte noch einen pH-Wert von 3,7 ein. Dieses Mittel wies aber Schädigungen der Zahnhartsubstanzen auf.

Lehr (20) benutzte Pepsin und Pankreas-Extrakte. Solche Pasten kamen aber zu keiner großen Wirkung, da die Zeitspanne zu kurz ist, in der sich das Mittel im Munde befindet und somit nicht ausreichend ist, den Kalkpanzer zu brechen.

Rosenthal - Heyemann (11) konnten mehr Erfolge mit ihrer 6 %igen Sulfuricinoat-Lösung erzielen. Eine deutliche Verzögerung der Zahnsteinbildung und

ein Zahnsteinzerfall waren das Ergebnis.

Mühlhaus (22) versuchte, mit Amidosulfosäure den Zahnstein aufzulösen. Aber wegen seiner Gewebsunfreundlichkeit und schädigenden Wirkung auf das Schmelzoberhäutchen mußte das Mittel abgesetzt werden.

Die bisher benutzten Mittel waren entweder in ihrer Wirkung zu gering oder zeigten Schädigungen an den Zahnhartsubstanzen. Die Abrasion einerseits und die Reinigungskraft von Putzkörpern in Zahnpasten andererseits wurde von verschiedenen Wissenschaftlern untersucht.

Der erste, der sich mit Abrasionsschäden beschäftigte, war der Amerikaner Miller. Im Jahre 1907 putzte er extrahierte Zähne unter Verwendung verschiedener damals im Handel befindlicher Zahnputzmittel. Es gelang ihm innerhalb von 2 Stunden die Zähne z. T. bis zur Pulpa "durchzusägen". Dieses alarmierende Ergebnis hatte zur Folge, daß man sich eingehender mit der Abrasion durch Putzmittel befaßte. Natürlich wirken die heutigen Präparate wesentlich milder, aber bei solchen Personen, die unter einer Zahnfleischrezession leiden, geschieht es immer wieder, daß das wesentlich weichere Zahnbein angegriffen wird.

Newell berichtet über die Reihenuntersuchung von Kitchen in den USA an insgesamt 8400 Patienten. Es zeigte sich, daß 80 % aller Untersuchten an einem oder mehreren Zähnen Zahnfleischrezessionen aufwiesen. Dementsprechend waren auch Abrasionsschäden festzustellen. 60 % aller Zähne zeigten Querrillen. Bei Patienten zwischen 50 und 60 Jahren hatten 30 % Rillen, die tiefer als 1 mm waren.

So erscheint mir die Forderung von W. Zunft und K. Ranfft (23) gerechtfertigt, Mindestforderungen für die Erzeugung von Zahnpasten aufzustellen. Sie untersuchten verschiedene Marken Zahnpasten auf ihre Putzkörper, Emulgatoren und Schaumentwicklung.

Das Ziel in späteren Jahren war, durch Wägung und durch Messung quantitative Aussagen über Ausmaß der Abrasion machen zu können. Zuerst wurden Maschinen konstruiert, mit denen die Abrasionsversuche durchgeführt wurden, u. a. von A. Jaquet (24), Manly und Robinson nach dem Prinzip der rotierenden Scheiben unter einer Belastung von z. B. 50 g. Die Versuche wurden an extrahierten Zähnen ausgeführt. Tainter und Epstein (25) haben Messungen am Schmelz von Molaren vorgenommen, indem sie die Krone der Molaren

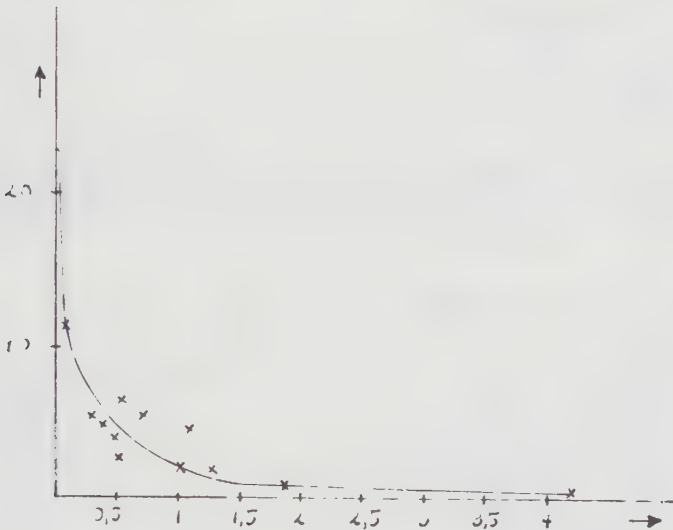
mit der Zahnbürste abradierten und die Abrasion der vier Höcker kathemetrisch feststellten. Da der Schmelz gerade im Kronenteil die größte Härte aufweist, ist die Abrasion dementsprechend gering. Diese Messungen waren aber uninteressant, weil Abrasionsschäden fast nie am Schmelz auftreten, sondern immer am Zahnhals. A. Jaquet führte Messungen an diesen Stellen aus. Der Nachteil des Zahnhalses ist aber, daß seine Härte starken Schwankungen unterworfen ist, bedingt durch Ernährung und erbliche und sonstige pathologische Veränderungen. Die extrahierten Zähne als Testmaterial haben den Nachteil, daß sie austrocknen, Gewicht verlieren und brüchig werden, so daß die Ergebnisse nicht zuverlässig sind. Es konnten daher nur Längenmessungen bzw. Abrasionstiefe gemessen werden oder die "Bestrahlungsmethode" angewandt werden.

P. C. Kitchen und G. Robinson (26) verwenden die Schattenmethode, wonach der abradierte Zahn an die Wand projiziert wird, wo die Rillen, die durch die Abrasion entstanden sind, dann genau und bequem als Schattenriß gemessen werden können.

Recht zuverlässige Werte gibt auch die Bestrahlungsmethode nach J. Grabenstetter (27). Die Zähne werden mit Neutronen beschossen, wodurch sie radioaktiv werden. Insbesondere wird ein Teil der P-Atome in P_{32} verwandelt, das eine gute Halbwertszeit besitzt. Nach Entfernung des Schmelzes werden die Zähne abradiert und im Zahnpastenbrei zurückgebliebene, abradierte Zahnteilchen der Strahlung dieser P_{32} -Atome als Maß für die Abrasion gemessen. Man versuchte auf anderes Testmaterial, insbesondere Metalle (Kupfer, Antimon, Silber), überzugehen, um bei diesen die Abrasion im Vergleich mit lebenden und extrahierten Zähnen zu messen. Man bemühte sich darum, einen gleich harten Testersatz für den lebenden Zahn zu schaffen. Aber nicht allein die Härte bei Metallen ist ausschlaggebend für das Ausmaß der Abrasion. Auch Zähigkeit, Kristallstruktur und Partikelform spielen eine Rolle. Daher lehnen viele Autoren dieses Testobjekt ab.

Nach Messungen von Tainter und Smith (28) beeinflussen Korngröße und Material die Abrasion. Daraus läßt sich schließen, daß Abrasionsstärke linear mit der Teilchengröße ansteigt. Aber nicht nur Material und Korngrößenverteilung entscheiden über die Abrasionsfähigkeit der Zahnpasten. Daher ist die Bestimmung der Korngrößenverteilung von Wichtigkeit. Dies geschieht entweder durch mikroskopische Auszählung oder durch Messung mit der Sedimentations-Waage.

Vor einigen Jahren noch wurde im allgemeinen Abrasionsstärke und Reinigungskraft gleichgesetzt. Tatsächlich stieg mit der Abrasionsstärke auch die Putzkörperkraft. Um dieses zu messen, arbeiteten u. a. Jaquet und Robinson verschiedene Methoden aus. Sie suchten sich aus einem größeren Personenkreis diejenigen heraus, die unter besonders starker Belagbildung litten. In 14-tägigem Turnus wurden die Zähne mit verschiedenen Putzmitteln gereinigt, visuell nach Punkten gewertet und diese mit Abrasionszahlen verglichen, die an extrahierten Zähnen gewonnen wurden. Abb. 1 zeigt die nach dieser Methode gewonnene Kurve, die bei steigender Abrasionskraft die Abnahme der Zahnbeläge ergibt:



Abrasion am Dentin

(umgezeichnet nach Kitchen und Robinson)

Die wasserlöslichen Salze der Diglykolsäure sollen jedoch nicht nur Zahnbeläge, sondern auch zahnsteinauflöckernde und -lösende Wirkung haben, ohne die Harsubstanz anzugreifen. Die Wirkung eigener Zahnpasten auf dieser Basis mit verschiedenen Putzkörpern zu untersuchen, ist die mir von Professor Dr. Kluczka gestellte Aufgabe.

In folgender Zusammenstellung wurden die zahnsteinlösenden Pasten angewandt:

I. CMHEC 37 med.	1	‰
Glycerin	25,5	‰
Wasser	18,2	‰
Saccharin	0,15	‰
Aroma	0,6	‰
Monoäthanolamindiglykolat	6,5	‰
Zinn II. Fluorid	0,4	‰
in Salzsäure	2,0	‰
Aerosil	1,0	‰
Calciumpyrophosphat		
(R VII / 265)	40,0	‰
Fettalkoholsulfat		
(56 ‰ig)	2,65	‰

Ein Teil der Versuchspersonen erhielt die Paste I, die die oben angegebene Zusammensetzung hatte, ein anderer Teil die Paste II mit folgender Zusammensetzung:

II. Carboxylmethylcellulose	9	‰
Glycerin	28	‰
Wasser	20,8	‰
Saccharin	0,15	‰
Aroma	0,5	‰
Monoethanolamindiglykolat	5,0	‰
Aerosil	2,0	‰
Calciumpyrophosphat		
(R VII/265)	40	‰
Fettalkoholsulfat		
(56 ‰ig)	2,65	‰

Eine dritte Zahnpastenmischung bestand aus:

III. Carboxymethylcellulose	0,9	‰
Glycerin	28,0	‰
Wasser	20,7	‰
Saccharin	0,15	‰
Monoäthanolamindiglykolat	5,0	‰

Aerosil	2,0 ‰
Aroma	0,5 ‰
Maddrell'sches Salz	40,0 ‰
Fettalkoholsulfat (56 ‰ig)	2,65 ‰

Ein vierter Personenkreis bekam eine vierte Paste, deren Zusammensetzung folgende war:

IV. Carboxymethylcellulose	1,0 ‰
Glycerin	28,0 ‰
Wasser	25,7 ‰
Saccharin	0,15 ‰
Aerosil	2,0 ‰
Aroma	0,5 ‰
Calciumpyrophosphat (R VII / 265)	40,0 ‰
Fettalkoholsulfat (56 ‰ig)	2,65 ‰

Eine fünfte Zahnpasta hatte folgende Zusammensetzung:

V. Carboxymethylcellulose	1,0 ‰
Glycerin	29,15 ‰
Wasser	20,7 ‰
Saccharin	0,15 ‰
Aroma	0,5 ‰
Aerosil	2,0 ‰
Maddrell'sches Salz	20,0 ‰
Magnesium-Tetrametaphosphat	20,0 ‰
Monoethanolamindiglykolat	5,0 ‰
Fettalkoholsulfat (56 ‰ig)	1,5 ‰

Bei einem Vorversuch bestimmten wir die Menge des Zahnsteins, wobei die Patienten eine handelsübliche Zahnpasta auf Phosphatgrundlage benutzten. Nach 1/4 Jahr wurde der Zahnstein mechanisch entfernt und quantitativ bestimmt.

IN VITRO-VERSUCHE

Wohl lag der Schwerpunkt der Untersuchung auf klinischer Ebene, jedoch versuchte ich, sie mit "In Vitro-Versuchen" zu ergänzen, um das Resultat zu verbessern und Nebenwirkungen festzustellen. Gerade in diesem Punkt sah ich meine Aufgabe. Es ist klar, daß die Versuche an extrahierten Zähnen sehr fragwürdig erscheinen, und ihre Werte gegenüber dem lebenden Objekt sinken, aber durch das Verhindern von Austrocknung extrahierter Zähne kann man schon relativ definitive Ergebnisse schaffen.

I. Versuch

50 extrahierte Zähne wurden in Kunststoffmasse eingebettet, und sie wurden jeweils in 5er Gruppen und auf den Abrasionstestmaschinen unter Verwendung von Dralon-Zahnbürsten (Borstenstärke 0,25 mm Durchmesser) und einer Versuchszahnpaste abradiert. Die eingespannten Zähne in unseren Abrasionstestmaschinen wurden 24 Stunden lang mit 160.000 Bewegungen bearbeitet. Danach wurden die Zähne aus der Kunststoffmasse entfernt und die Abrasionsfläche gemessen.

II. Versuch

Für diesen Versuch wurden die Zähne folgendermaßen vorbehandelt: Der Schmelz wurde abgeschliffen und aus dem Dentin wurden längliche Blockchen geschnitten und blank poliert. Hiervon wurden jeweils zwei nebeneinander in Kunststoffmasse eingebettet und auf den Abrasionstestmaschinen unter Verwendung von Dralon-Zahnbürsten (Borstenstärke 0,25 mm Durchmesser) und einem Putzkörper-slurry aus einem Teil Putzkörper und zwei Teilen Glycerin-Wasser-Tragant-Mischung abradiert. Nach dem Versuch wurden die Dentin-Blockchen in Längsrichtung auseinander geschnitten und fotografiert. Für die quantitative Auswertung wurden sie 15-fach vergrößert und die Abrasionsfläche gemessen.

III. Versuch

Bei diesem Versuch wurden die extrahierten Zähne von ihrem Schmelzmantel befreit und das freiliegende Dentin blank poliert. Danach wurden aus den Zähnen längliche Blockchen geschnitten und jeweils zwei von ihnen in Kunststoffmasse eingebettet. Die Blockchen hatten eine Länge von 12 - 13 mm, eine Breite von 4 - 5 mm. Durch Polieren versuchten wir, dem Dentin einen künstlichen Schutz gegen Abrasion zu geben. Die Entfernung

des Schmelzes war notwendig, da wegen seiner Härte nur minimale Abrasionsschäden auftraten, die nicht meßbar waren. Die so vorpräparierten und bearbeiteten Zähne ließen wir auf den Abrasionstestmaschinen unter Verwendung von Dralon-Zahnbürsten (Borstenstärke 0,25 mm Durchmesser) und verschiedenen Putzkörpern abrädieren. Nach dem Versuch wurden die Dentinblöckchen aus der Kunststoffmasse herausgenommen und für die quantitative Auswertung 15-fach vergrößert und auf Millimeterpapier projiziert. Hier wurde die abradierte Fläche ausgezählt und gemessen.

Die Putzkörper bestanden aus:

1. Calciumkarbonat
2. Maddrell'schem Salz
3. Calciumpyrophosphat
4. Mischung aus Maddrell'schem Salz und Magnesium-Tetrametaphosphat
1 : 1

RESULTATE DER IN VITRO-VERSUCHE

I. Versuch

Diese Versuchsreihe hatte den Nachteil, daß man die Abrasionsfläche nur unter sehr ungünstigen Umständen und sehr ungenau messen konnte, so daß man keine quantitative Auswertung erreichen konnte. Umso erschreckender war aber seine qualitative Auswertung. Die Zähne waren z. T. vollkommen, z. T. bis in die Pulpa "durchgesägt". Besonders starke Wirkung zeigte dabei die Calciumpyrophosphat enthaltende Zahnpaste, nicht nur im Versuch selbst, sondern auch unter den Patienten, so daß ich mehrere von der Versuchsreihe ausschließen mußte, weil z. T. sehr erhebliche Schädigungen am Zahnhals aufgetreten waren.

II. Versuch

Bei den beiliegenden Fotografien habe ich folgende Werte an abradiierter Fläche gefunden:

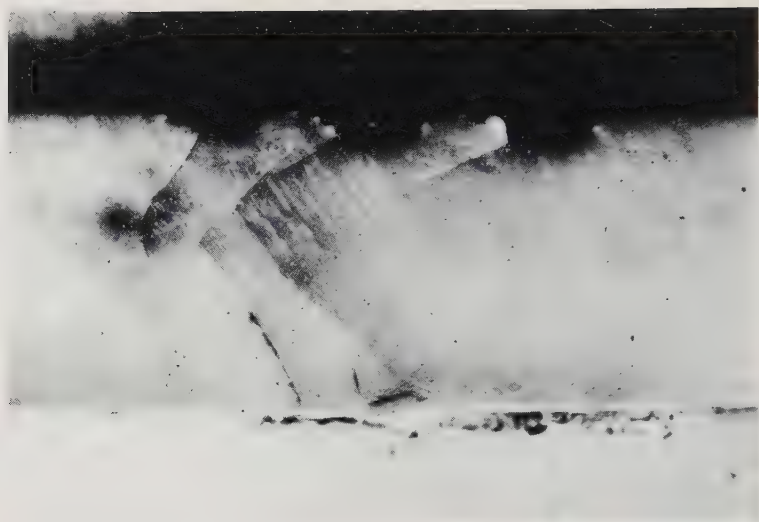


Abb. 2

Putzkörper:

Calcium Carbonat

Calcit Form

Abradierte Fläche:

2,73 mm²

(Durchschnitt aus mehreren Schnitten)



Abb. 3

Putzkörper: Maddrell'sches Salz
Abradierte Fläche: $0,72 \text{ mm}^2$

(Durchschnitt aus mehreren Schnitten)

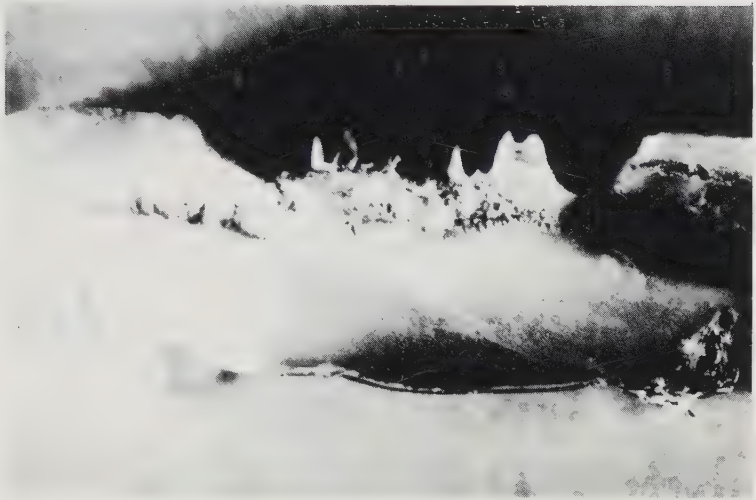


Abb. 4

Putzkörper: Calcium-Pyrophosphat
Abradierte Fläche: $2,97 \text{ mm}^2$

(Durchschnitt aus mehreren Schnitten)



Abb. 5

Putzkörper:	Mischung aus Maddrell'schem Salz und Magnesium-Tetrametaphosphat 1 : 1
Abradierte Fläche:	2,5 mm ²

(Durchschnitt aus mehreren Schnitten)

Wie diese Versuchsreihe zeigt, ist die Verwendung des Calcium-Pyrophosphats abzulehnen, da die Abrasionsstärke sehr groß ist und unweigerlich Schäden an Zähnen auftreten, wie dies auch hiermit bewiesen wurde.

III. Versuch

Da das Zahnmaterial recht unterschiedlich war, wichen auch die Ergebnisse sehr voneinander ab, so daß der Durchschnitt von einer größeren Versuchsmenge gezogen werden mußte.

So lagen die Ergebnisse manchmal

bei Calcium Carbonat z. B. 2,55 2,42, dann wieder ganz hoch bei 2,70 2,81

bei Maddrell'schem Salz z. B. 0,79 0,65, also immer relativ niedrig

bei Calcium Pyrophosphat z. B. 2,80 2,90 3,20

bei der Mischung aus Maddrell'schem Salz und Magnesium-Tetrametaphosphat 1 : 1, z. B. 2,42 2,35 2,60

Die Durchschnittswerte lagen bei:

1. Calcium Carbonat	2,70
2. Maddrell'schem Salz	0,70
3. Calcium-Pyrophosphat	2,90
4. Mischung aus Maddrell'schem Salz und Magnesium-Tetrametaphosphat 1 : 1	2,50

Wie diese Ergebnisse zeigen, unterscheiden sie sich nur sehr wenig von den Ergebnissen des II. Versuchs. Man kann sagen, daß die Werte nicht über 2,5 steigen dürfen, wenn Schädigungen am Zahnhals vermieden werden sollen.

RESULTATE DER IN VIVO-VERSUCHE

METHODIK

Zuerst wurde im 1. Vierteljahr, von Februar bis Mai 1962 eine handelsübliche Paste benutzt, die Paste I und II von Mai bis September 1962, also im 2. Vierteljahr, wobei die Probanden in zwei Gruppen geteilt wurden. Im 3. Vierteljahr, von September 1962 bis Januar 1963, wurde Paste III und IV ausgegeben, wiederum für zwei verschiedene Gruppen. Im 4. Vierteljahr bekamen die Patienten Paste II. Dieser Versuch dauerte von Januar bis April 1963. Im 5. Vierteljahr wurde das Pastengemisch V Maddrell'sches Salz-, Magnesium-Tetrametaphosphat versucht. Mit diesen Pasten waren die Versuche im März 1964 abgeschlossen. (Übersicht über Zusammensetzung S. 10.)

Bei einem Vorversuch bestimmten wir die Menge des Zahnsteins, die unter normalen Bedingungen bei Benutzung handelsüblicher Pasten entsteht. Es wurden hierfür gebräuchliche Handelszahnpasten auf Phosphatgrundlage angewandt. Nach 1/4 Jahr wurde der Zahnstein mechanisch entfernt und quantitativ bestimmt. Zuerst wurde der Zahnstein 24 Stunden bei 100°C getrocknet und gewogen. Dadurch entstand der "Trockenrückstand". Der wiederum wurde ausgeglüht, um Speisereste und Sonstiges nicht zum Zahnstein Gehörendes zu vernichten. Auf diesem Weg entstand der "Glührückstand". Nachdem im 1. Vierteljahr die Zahnsteinmenge ermittelt wurde, fanden im 2., 3., 4.,

und 5. Vierteljahr die Versuchspasten Anwendung.

STATISTISCHE METHODEN

Falls die zu prüfenden Substanzen jeweils bei ein und derselben Person in verschiedenen Zeitperioden verabreicht wurden oder wenn Unterschiede zwischen Zeitperioden bei gleicher Substanz zu testen waren, wurde eine Prüfung für verbundene Stichproben angewandt. Falls wegen der Versuchsanordnung dies nicht möglich war, führten wir Tests für unverbundene Stichproben durch. Zur statistischen Auswertung wurde für unverbundene Stichproben der Wilcoxon-Test für unverbundene Stichproben und bei verbundenen Stichproben der Vorzeichen-Test bzw. der Vorzeichen-Rang-Test nach Wilcoxon herangezogen (24). Beim Wilcoxon-Test für unverbundene Stichproben werden den Werten Rangnummern zugeteilt, und zwar dargestellt, daß der kleinste Wert die Nummer 1, der zweitkleinste die Nummer 2, der drittkleinste die Nummer 3 usw. und der größte die letzte Nummer erhielt. Hatten mehrere Versuchspersonen den gleichen Wert, dann wurde an sie gleichmäßig der Mittelwert ihrer Anordnungsnummern vergeben. Aus den Rangnummern der kleineren Gruppen wurde die Summe gebildet. Das Wesen der weiteren statistischen Prüfung kann man sich folgendermaßen veranschaulichen: Wenn man aus einer Reihe von Rangnummern sehr oft Rangnummern zufällig entnimmt und die Summe dieser zufällig entnommenen Rangnummern bilden würde, dann würden kombinatorisch bedingt bestimmte Rangnummern oft, andere selten, wieder andere sehr selten auftreten. Man prüft, ob die vorliegende Rangsumme zu den selten auftretenden Summen gehört. Wenn dies der Fall ist, wird die Hypothese zufälliger Entnahme abgelehnt. Wir prüfen mittels einer Tabelle aus Documenta Geigy, ob die Summe der Rangwerte in der Gruppe mit geringerer Fallzahl (R_1) im Zufallsbereich liegt. Wir bezeichnen ein Ergebnis als statistisch gesichert oder signifikant, wenn die Irrtumswahrscheinlichkeit gleich oder kleiner als 1 % ist ($P \leq 1 \%$), als auffällig, wenn die Irrtumswahrscheinlichkeit zwischen 1 und 5 % liegt ($1 \% < P \leq 5 \%$).

RESULTATE DER NICHT VERBUNDENEN STICHPROBEN

Vergleich zwischen d. Gruppen	Fall Zahl	Gegenstand d. Vergleichs	Signifikant
Paste I im 2. Vj.	37	Trocken	Ø
Paste II im 2. Vj.	37	Glüh	Ø
Paste III im 3. Vj.	37	Trocken	Ø
Paste IV im 3. Vj.	37	Glüh	Ø

Meß- und Rangwerte beim Vergleich von Paste I im 2. Vierteljahr und Paste II im 2. Vierteljahr hinsichtlich des Trockenrückstandes.

GRUPPE					
Paste I im 2. Vierteljahr			Paste II im 2. Vierteljahr		
Fall Nr.	Meßwert	Rang	Fall Nr.	Meßwert	Rang
1	7,00	19	5	22,80	33
2	16,50	26	8	0,85	2
3	27,80	35	9	3,75	13
4	21,30	32	10	2,70	9
6	17,45	30	13	1,55	4
7	5,55	15	17	8,10	21
12	3,60	12	21	27,50	34
14	2,75	10	22	6,40	17
15	51,70	37	26	16,00	25
18	6,15	16	27	1,85	5
19	6,45	18	28	2,15	6
20	3,05	11	29	9,35	22
23	2,52	8	31	18,20	31
24	17,20	27,5	33	17,20	27,5
30	13,50	24	39	17,30	29
34	10,20	23	40	37,60	36
35	0,75	1	43	5,25	14
36	0,90	3			
37	7,95	20			
41	2,35	7			
Summe R_1 : 328,5			nicht signifikant $\emptyset$		

Tab. 1

Meß- und Rangwerte beim Vergleich von Paste I im 2. Vierteljahr und Paste II im 2. Vierteljahr hinsichtlich des Glührückstandes.

GRUPPE					
Paste I im 2. Vierteljahr			Paste II im 2. Vierteljahr		
Fall Nr.	Meßwert	Rang	Fall Nr.	Meßwert	Rang
1	3,00	19	5	15,60	34
2	8,50	25	8	0,40	3,5
3	11,70	32	9	1,90	13
4	14,10	33	10	0,40	3,5
6	11,35	31	13	0,70	7,5
7	0,40	3,5	17	2,80	18
12	1,65	12	21	18,90	35
14	0,75	9	22	2,75	17
15	42,00	37	26	9,80	27
18	3,05	20	27	0,70	7,5
19	3,60	21	28	0,60	6
20	1,30	10,5	29	6,05	23
23	1,30	10,5	31	10,00	28
24	10,30	29,5	33	10,30	29,5
30	8,60	26	39	6,30	24
34	2,45	15	40	23,40	36
35	0,40	3,5	43	2,50	16
36	0,10	1			
37	4,20	22			
41	2,00	14			
Summe R_1 : 328,5			nicht signifikant $\emptyset$		

Tab. 2

Wie aus Tab. 1 und 2 ersichtlich ist, konnten wir keine Unterschiede zwischen Paste I und II im 2. Vierteljahr feststellen. Meß- und Rangwerte beim Vergleich von Paste III und IV im 3. Vierteljahr hinsichtlich des Trockenrückstandes:

GRUPPE					
Paste III im 3. Vierteljahr			Paste IV im 3. Vierteljahr		
Fall Nr.	Meßwert	Rang	Fall Nr.	Meßwert	Rang
1	2,70	17	5	21,60	35
2	11,60	33	8	2,10	12,5
3	0,90	2	9	3,05	18
4	8,30	31	10	1,50	7
6	5,60	24	13	2,10	12,5
7	5,10	23	17	1,40	6
12	7,90	30	21	20,40	34
14	1,30	5	22	2,50	16
15	30,80	37	26	7,50	29
18	4,20	19	27	0,40	1
19	4,50	20	28	1,90	10,5
20	1,20	3,5	29	6,75	26
23	2,20	14	31	7,30	28
24	6,70	25	33	2,40	15
30	22,40	36	39	4,90	22
34	1,60	9	40	9,20	32
35	1,56	8	43	1,90	10,5
36	1,20	3,5			
37	4,70	21			
41	7,00	27			
Summe R_1 : 315,0			nicht signifikant $\emptyset$		

Tab. 3

Meß- und Rangwerte beim Vergleich von Paste III und IV im 3. Vierteljahr hinsichtlich des Glührückstandes.

GRUPPE					
Paste III im 3. Vierteljahr			Paste IV im 3. Vierteljahr		
Fall Nr.	Meßwert	Rang	Fall Nr.	Meßwert	Rang
1	0,80	10	5	14,20	35
2	7,90	33	8	1,50	19
3	0,50	6,5	9	0,90	11,5
4	4,10	25	10	0,50	6,5
6	3,40	24	13	0,90	11,5
7	3,20	23	17	0,30	2
12	5,40	31	21	12,90	34
14	0,60	9	22	1,10	14,5
15	21,50	37	26	6,20	32
18	2,30	20	27	0,30	2
19	2,50	21,5	28	0,30	2
20	0,50	6,5	29	4,50	28
23	0,50	6,5	31	4,80	29
24	4,20	26,5	33	1,10	14,5
30	16,20	36	39	1,20	17
34	1,10	14,5	40	5,20	30
35	1,10	14,5	43	1,30	18
36	0,40	4			
37	2,50	21,5			
41	4,20	26,5			
Summe R_1 : 306,5			nicht signifikant $\emptyset$		

Tab. 4

Im 3. Vierteljahr konnten wir zwischen Paste III und IV in ihrem Putzeffekt keine Unterschiede finden.

Als Test für verbundene Stichproben wurden Vergleiche zwischen handelsüblichen und Versuchspasten gemacht, und zwar z.B. zwischen Paste II im 2. Vierteljahr und Paste II im 4. Vierteljahr. Von jedem einzelnen Fall wurden die Ergebnisse tabellarisch niedergelegt. Dann wurde für jeden Probanden die Differenz ($d = x_2 - x_1$) zwischen den gefundenen Zahnsteinmengen nach Anwendung der handelsüblichen Pasten und nach Anwendung der Versuchspasten gebildet. Die absoluten Werte der Differenzen werden rangiert. Dann wird die Summe der Rangnummern der Differenzen mit dem selteneren Vorzeichen gebildet. Davon wird die bei Zufallsexperimenten zu erwartenden Wert abgezogen.

$$E = \frac{n(n+1)}{4}$$

E = Erwartungswert

n = Zahl der Differenzen die nicht gleich Null sind.

Mit dieser Differenz (zwischen tatsächlichem und erwarteten Wert) wurde in eine Tabelle für den Wilcoxon-Test für verbundene Stichproben eingegangen, (Pfanzagl) und die Irrtumswahrscheinlichkeit festgestellt.

Irrtumswahrscheinlichkeiten siehe oben.

Resultate d. verbundenen Stichproben

Vergleich zwischen den Gruppen	Fall Zahl	Gegenstand d. Vergleichs	Signifikant
Paste II im 2. Vj.	26	Trocken	(+)
Paste II im 4. Vj.		Glüh	(+)
Goldax im 1. Vj.	17	Trocken	∅
Paste II im 2. Vj.		Glüh	∅
Goldax 1. Vj.	19	Trocken	∅
Paste I im 2. Vj.	20	Glüh	∅
Goldax 1. Vj.	20	Trocken	+
Paste III im 3. Vj.		Glüh	+
Goldax im 1. Vj.	43	Trocken	(+)
Paste II im 4. Vj.		Glüh	+
Goldax im 1. Vj.	42	Trocken	(+)
Paste V im 5. Vj.	43	Glüh	(+)

Vergleich der Resultate zwischen Paste II im 2. Vj. und Paste II im 4. Vj. hinsichtlich des Trockenrückstandes.

Beobachtungsperiode				
Fall Nr.	Paste II 2. Vj.	Paste II 4. Vj.	Differenz (2) - (1)	Rangnummern d. abs. Differenzen
	Meß- werte (1)	Meß- werte (2)		
5	22,80	40,50	+17,70	16
8	0,85	1,50	+ 0,65	1
9	3,75	2,01	- 1,74	5
10	2,70	1,30	- 1,40	3
13	1,55	2,52	+ 0,97	2
17	8,10	4,23	- 3,87	8
21	27,50	10,95	-16,55	15
22	6,40	0,60	- 5,80	11
26	16,00	10,75	- 5,25	10
27	1,85	0,30	- 1,55	4
28	2,15	0,30	- 1,85	6
29	9,35	11,30	+ 1,95	7
31	18,20	2,50	-15,70	14
33	17,20	2,46	-14,74	13
39	17,30	5,35	-11,95	12
40	37,60	1,20	-36,40	17
43	5,25	0,30	- 4,95	9
Statistisch auffällig (+)				

Tab. 5

Dieses Resultat spricht für das Vorliegen eines Übungseffektes, da die Werte im 4. Vierteljahr besser sind als die im 1. Vierteljahr trotz gleicher Paste.

Vergleich der Resultate zwischen Paste II im 2. Vj. und Paste II im 4. Vj.
hinsichtlich des Glührückstandes.

Beobachtungsperiode				
Fall Nr.	Paste II 2. Vj.	Paste II 4. Vj.	Differenz (2) - (1)	Rangnummern d. abs. Differenzen
	Meß- werte (1)	Meß- werte (2)		
5	15,60	26,02	+10,42	14
8	0,40	0,40	0	-
9	1,90	0,30	- 1,60	6
10	0,40	1,10	+ 0,70	5
13	0,70	1,15	+ 0,45	3
17	2,80	0,94	- 1,86	7
21	18,90	5,45	-13,45	15
22	2,75	0,30	- 2,45	10
26	2,80	7,42	- 2,38	9
27	0,70	0,20	- 0,50	4
28	0,60	0,40	- 0,20	1
29	6,05	5,66	- 0,39	2
31	10,00	0,30	- 9,70	13
33	10,30	0,88	- 9,42	12
39	6,30	2,09	- 4,21	11
40	23,40	1,50	-21,90	16
43	2,50	0,40	- 2,10	8
Statistisch auffällig (+)				

Tab. 6

Dieser Versuch konnte keine deutliche Verbesserung im Putzeffekt nachweisen.

Vergleich der Resultate zwischen Goldax im 1. Vj. und Paste II im 2. Vj.
hinsichtlich des Trockenrückstandes.

Beobachtungsperiode				
Fall Nr.	Goldax 1. Vj.	Paste II 2. Vj.	Differenz (2) - (1)	Rangnummern d. abs. Differenzen
	Meß- werte (1)	Meß- werte (2)		
5	44,00	22,80	-21,20	17
8	2,85	0,85	- 2,00	8
9	4,35	3,75	- 0,60	5
10	5,65	2,70	- 2,95	11
13	1,65	1,55	- 0,10	1
17	8,50	8,10	-40,00	3
21	24,00	27,50	+ 3,50	13
22	4,15	6,40	+ 2,25	9
26	21,75	16,00	- 5,75	15
27	2,55	1,85	- 0,70	6
28	1,90	2,15	+ 0,25	2
29	12,70	9,35	- 3,35	12
31	13,65	18,20	+ 4,55	14
33	10,95	17,20	+ 6,25	16
39	15,65	17,30	+ 1,65	7
40	40,20	37,60	- 2,60	10
43	5,70	5,25	- 0,45	4
Nicht signifikant Ø				

Tab. 7

Vergleich der Resultate zwischen Goldax im 1. Vj. und Paste II im 2. Vj. hinsichtlich des Glührückstandes.

Beobachtungsperiode				
Fall Nr.	Goldax 1. Vj.	Paste II 2. Vj.	Differenz (2) - (1)	Rangnummern d. abs. Differenzen
	Meß- werte (1)	Meß- werte (2)		
5	30,70	15,60	-15,10	17
8	1,80	0,40	- 1,40	10
9	2,40	1,90	- 0,50	4
10	1,10	0,40	- 0,70	6
13	0,87	0,70	- 0,17	1
17	6,20	2,80	- 3,40	13
21	13,60	18,90	+ 5,30	15,5
22	1,80	2,75	+ 0,95	8
26	13,80	9,80	- 4,00	14
27	1,70	0,70	- 1	9
28	1,10	0,60	- 0,50	4
29	9,10	6,05	- 3,05	12
31	8,00	10,00	+ 2,00	11
33	5,00	10,30	+ 5,30	15,5
39	6,70	6,30	- 0,40	2
40	24,20	23,40	- 0,80	7
43	3,00	2,50	- 0,50	4
nicht signifikant $\emptyset$				

Tab. 8

Zwischen Goldax im 1. Vj. und Paste II im 2. Vj. konnten wir keine Unterschiede feststellen.

Vergleich der Resultate zwischen Goldax im 1. Vj. und Paste I im 2. Vj.
hinsichtlich des Trockenrückstandes.

Beobachtungsperiode				
Fall Nr.	Goldax 1. Vj.	Paste I 2. Vj.	Differenz (2) - (1)	Rangnummern d. abs. Differenzen
	Meß- werte (1)	Meß- werte (2)		
1	7,65	7,00	- 0,65	3
2	27,00	16,50	-10,50	17
3	16,85	27,80	+10,95	18
4	20,30	21,30	+ 1,00	5
6	11,65	17,45	+ 5,80	14
7	5,55	5,55	0	-
12	3,70	3,60	- 0,10	1
14	3,95	2,75	- 1,20	6
15	55,50	51,70	- 3,80	11
18	8,70	6,15	- 2,55	10
19	10,70	6,45	- 4,25	13
20	5,55	3,05	- 2,50	9
23	6,40	2,52	- 3,88	12
24	7,00	17,20	+10,20	16
30	26,10	13,50	-12,60	19
34	9,70	10,20	+ 0,50	2
35	2,80	0,75	- 2,05	7
36	1,80	0,90	- 0,90	4
37	5,80	7,95	+ 2,15	8
41	9,70	2,35	- 7,35	15
nicht signifikant $\emptyset$				

Tab. 9

Vergleich der Resultate zwischen Goldax im 1. Vj. und Paste I im 2. Vj.
hinsichtlich des Glücksrückstandes.

Beobachtungsperiode				
Fall Nr.	Goldax 1. Vj.	Paste I 2. Vj.	Differenz (2) - (1)	Rangnummern d. abs. Differenzen
	Meß- werte (1)	Meß- werte (2)		
1	3,60	3,00	- 0,60	5
2	17,40	8,50	- 8,90	20
3	11,00	11,70	+ 0,70	6,5
4	13,90	14,10	+ 0,20	1
6	7,80	11,35	+ 3,55	16
7	2,20	0,40	- 1,80	12
12	2,20	1,65	- 0,55	4
14	1,10	0,75	- 0,35	3
15	37,90	42,00	+ 4,10	17
18	4,60	3,05	- 1,55	11
19	6,20	3,60	- 2,60	14,5
20	3,90	1,30	- 2,60	14,5
23	2,10	1,30	- 0,80	8
24	3,80	10,30	+ 6,50	18
30	16,30	8,60	- 7,70	19
34	4,30	2,45	- 1,85	13
35	1,60	0,40	- 1,20	9,5
36	0,40	0,10	- 0,30	2
37	3,50	4,20	+ 0,70	6,5
41	3,20	2,00	- 1,20	9,5
nicht signifikant Ø				

Tab. 10

Bei Versuchspaste I konnte keine zahnsteinlösende Wirkung statistisch gesichert werden.

Vergleich der Resultate zwischen Goldax im 1. Vj. und Paste III im 3. Vj. hinsichtlich des Trockenrückstandes.

Beobachtungsperiode				
Fall Nr.	Paste III 3. Vj.	Goldax 1. Vj.	Differenz (2) - (1)	Rangnummern d. abs. Differenzen
	Meß- werte (1)	Meß- werte (2)		
1	2,70	7,65	+ 4,95	13
2	11,60	27,00	+15,40	18
3	0,90	16,85	+15,95	19
4	8,30	20,30	+12,00	17
6	5,60	11,65	+ 6,05	14
7	5,10	5,55	+ 0,45	2
12	7,90	3,70	- 4,20	9,5
14	1,30	3,95	+ 2,65	6
15	30,80	55,50	+24,70	20
18	4,20	8,70	+ 4,50	12
19	4,50	10,70	+ 6,20	15
20	1,20	5,55	+ 4,35	11
23	2,20	6,40	+ 4,20	9,5
24	6,70	7,00	+ 0,30	1
30	22,40	26,10	+ 3,70	8
34	1,60	9,70	+ 8,10	16
35	1,56	2,80	+ 1,24	5
36	1,20	1,80	+ 0,60	3
37	4,70	5,80	+ 1,10	4
41	7,00	9,70	+ 2,70	7
signifikant +				

Tab. 11

Vergleich der Resultate zwischen Goldax im 1. Vj. und Paste III im 3. Vj.
hinsichtlich des Glückstandes.

Beobachtungsperiode				
Fall Nr.	Paste III 3. Vj.	Goldax 1. Vj.	Differenz (2) - (1)	Rangnummern d. abs. Differenzen
	Meß- werte (1)	Meß- werte (2)		
1	0,80	3,60	+ 2,80	10
2	7,90	17,40	+ 9,50	16
3	0,50	11,00	+10,50	18
4	4,10	13,90	+ 9,80	17
6	3,40	7,80	+ 4,40	15
7	3,20	2,20	- 1,00	6
12	5,40	2,20	- 3,20	11,5
14	0,60	1,10	+ 0,50	3,5
15	21,50	37,90	+16,40	19
18	2,30	4,60	+ 2,30	9
19	2,50	6,20	+ 3,70	14
20	0,50	3,90	+ 3,40	13
23	0,50	2,10	+ 1,60	8
24	4,20	3,80	- 0,40	2
30	16,20	16,30	+ 0,10	1
34	1,10	4,30	+ 3,20	11,5
35	1,10	1,60	+ 0,50	3,5
36	0,40	0,40	0	-
37	2,50	3,50	+ 1,00	6
41	4,20	3,20	- 1,00	6
signifikant +				

Tab. 12

Mit Versuchspaste III konnte statistisch eine bessere Wirkung gesichert werden, aber diese beruht möglicherweise lediglich auf dem Übungseffekt, da Goldax in der 1., Paste III jedoch in der 3. Periode angewandt wurde. Diesen Gedanken unterstützt noch die Tatsache, daß der Putzkörper, der hier verwendet wurde, chemisch gesehen nicht so starke Abrasion hat wie die anderen verwendeten Putzkörper, z. B. Calciumpyrophosphat, Magnesium-Tetramethaphosphat. Betrachtet man noch die vorausgehenden und nachfolgenden Versuche, so kann gesagt werden, daß lediglich durch die Übung und durch die Zeit ein besseres Resultat erzielt werden konnte. Am Anfang der Versuche konnten wir keine Unterschiede zwischen Versuchspaste und handelsüblichen Pasten feststellen, je länger die Versuche dauerten, desto besser wurde die Übung, desto mehr spielte Zeit und Übung eine Rolle. Man kann diese zwei Faktoren unmöglich außer acht lassen, wenn man die Vergleiche zwischen Mitteln verschiedener Perioden beurteilt.

Vergleich der Resultate zwischen Goldax im 1. Vj. und Paste II im 4. Vj. hinsichtlich des Trockenrückstandes.

Beobachtungsperiode				
Fall Nr.	Paste II 4. Vj.	Goldax 1. Vj.	Differenz (2) - (1)	Rangnummern d. abs. Differenzen
	Meß- werte (1)	Meß- werte (2)		
1	3,31	7,65	+ 4,34	23
2	15,10	27,00	+11,90	39
3	36,20	16,85	-19,35	41
4	16,50	20,30	+ 3,80	20,5
5	40,50	44,00	+ 3,50	16
6	19,50	11,65	- 7,85	29
7	4,60	5,55	+ 0,95	5
8	1,50	2,85	+ 1,35	6
9	2,01	4,35	+ 2,34	12
10	1,30	5,65	+ 4,35	24

Fall Nr.	Paste II 4. Vj.	Goldax 1. Vj.	Differenz (2) - (1)	Rangnummern d. abs. Differenzen
	Meß- werte (1)	Meß- werte (2)		
11	1,80	2,60	+ 0,80	2
12	7,31	3,70	- 3,61	19
13	2,52	1,65	- 0,87	3
14	0,40	3,95	+ 3,55	17,5
15	5,74	55,50	+49,76	43
16	4,22	2,40	- 1,82	10
17	4,23	8,50	+ 4,27	22
18	3,63	8,70	+ 5,07	25
19	0,30	10,70	+10,40	36
20	0,30	5,55	+ 5,25	26
21	10,95	24,00	+13,05	40
22	0,60	4,15	+ 3,55	17,5
23	0,40	6,40	+ 6,00	28
24	9,72	7,00	- 2,72	14
25	10,52	6,85	- 9,67	34
26	10,75	21,75	+11,00	37
27	0,30	2,55	+ 2,25	11
28	0,30	1,90	+ 1,60	9
29	11,30	12,70	+ 1,40	7
30	35,70	26,10	- 9,60	33
31	2,50	13,65	+11,15	38
32	13,75	13,25	- 0,50	1
33	2,46	10,95	+ 8,49	30
34	0,30	9,70	+ 9,40	32
35	0,40	2,80	+ 2,40	13
36	0,90	1,80	+ 0,90	4
37	9,00	5,80	- 3,20	15
38	5,60	4,05	- 1,55	8
39	5,35	15,65	+10,30	35
40	1,20	40,20	+39,00	42

Fall Nr.	Paste II 4. Vj.	Goldax 1. Vj.	Differenz (2) - (1)	Rangnummern d. abs. Differenzen
	Meß- werte (1)	Meß- werte (2)		
41	13,50	9,70	- 3,80	20,5
42	1,35	10,00	+ 8,65	31
43	0,30	5,70	+ 5,40	27
	statistisch auffällig (+)			

Tab. 13

Vergleich der Resultate zwischen Goldax im 1. Vj. und Paste II im 4. Vj.
hinsichtlich des Glückstandes.

Beobachtungsperiode				
Fall Nr.	Paste II 4. Vj.	Goldax 1. Vj.	Differenz (2) - (1)	Rangnummern d. abs. Differenzen
	Meß- werte (1)	Meß- werte (2)		
1	15,70	3,60	-12,10	40
2	8,80	17,40	+ 8,60	38
3	12,75	11,00	- 1,75	17,5
4	11,10	13,90	+ 2,80	23
5	26,02	30,70	+ 4,68	31
6	8,50	7,80	- 0,70	3,5
7	3,95	2,20	- 1,75	17,5
8	0,40	1,80	+ 1,40	13
9	0,30	2,40	+ 2,10	19
10	1,10	1,10	0	-
11	0,61	1,60	+ 0,99	8
12	3,34	2,20	- 1,14	9
13	1,15	0,87	- 0,28	2
14	0,30	1,10	+ 0,80	6
15	3,67	37,90	+34,23	42
16	2,25	1,10	- 1,15	10
17	0,94	6,20	+ 5,26	32
18	1,52	4,60	+ 3,08	24
19	0,30	6,20	+ 5,90	33
20	0,20	3,90	+ 3,70	27
21	5,45	13,60	+ 8,15	37
22	0,30	1,80	+ 1,50	14,5
23	0,40	2,10	+ 1,70	16
24	2,93	3,80	+ 0,87	7
25	11,08	5,10	- 5,98	34

Fall Nr.	Paste II 4. Vj.	Goldax 1. Vj.	Differenz (2) - (1)	Rangnummern d. abs. Differenzen
	Meß- werte (1)	Meß- werte (2)		
26	7,42	13,80	+ 6,38	35
27	0,20	1,70	+ 1,50	14,5
28	0,40	1,10	+ 0,70	3,5
29	5,66	9,10	+ 3,44	26
30	6,33	16,30	+ 9,97	39
31	0,30	8,00	+ 7,70	36
32	6,26	4,00	- 2,26	21
33	0,88	5,00	+ 4,12	29
34	0,20	4,30	+ 4,10	28
35	0,25	1,60	+ 1,35	12
36	0,30	0,40	+ 0,10	1
37	4,71	3,50	- 1,21	11
38	3,03	2,30	- 0,73	5
39	2,09	6,70	+ 4,61	30
40	1,50	24,20	+22,70	41
41	6,31	3,20	- 3,11	25
42	2,05	4,30	+ 2,25	20
43	0,40	3,00	+ 2,60	22
signifikant +				

Tab. 14

Versuchspaste II mit dem stärksten Putzkörper wurde im 2. Vierteljahr und im 4. Vierteljahr verwendet. Wir hofften auf ein sehr gutes Resultat, das aber nicht eintrat. Zieht man eine Bilanz zwischen Paste I und II im 2. Vierteljahr, so sehen wir keinen Unterschied. Das gleiche Resultat zeigte Paste II im Vergleich mit Goldax im 2. Vierteljahr. Statistisch auffällig war Paste II im 2. und 4. Vierteljahr. Ein besseres Resultat wurde im 4. Vierteljahr mit Paste II erzielt, gegenüber Goldax im 1. Vierteljahr, aber das beruht vermutlich nur

auf einem Übungs- und Zeiteffekt. Was noch die Tatsache unterstützt, daß dieselben Vergleiche im 2. Vierteljahr ohne Unterschiede waren.

Vergleich der Resultate zwischen Goldax im 1. Vj. und Paste V im 5. Vj. hinsichtlich des Trockenrückstandes.

Beobachtungsperiode				
Fall Nr.	Goldax 1. Vj.	Paste V 5. Vj.	Differenz (2) - (1)	Rangnummern d. abs. Differenzen
	Meß- werte (1)	Meß- werte (2)		
1	7,65	1,37	- 6,28	30
2	27,00	24,90	- 2,10	11
3	16,85	8,60	- 8,25	32,5
4	20,30	36,00	+15,70	38
5	44,00	21,30	-22,70	41
6	11,65	19,90	+ 8,25	32,5
7	5,55	8,90	+ 3,35	21
8	2,85	3,04	+ 0,19	2
9	4,35	1,37	- 2,98	20
10	5,65	3,00	- 2,65	18
11	2,60	1,05	- 1,55	8
12	3,70	1,10	- 2,60	16,5
13	1,65	4,20	+ 2,55	15
14	3,95	1,55	- 2,40	14
15	55,50	32,50	-23,00	42
16	2,40	1,70	- 0,70	4,5
17	8,50	4,20	- 4,30	25
18	8,70	9,10	+ 0,40	3
19	10,70	1,50	- 9,20	35
20	5,55	0,65	- 4,90	26,5

Fall Nr.	Goldax 1. Vj.	Paste V 5. Vj.	Differenz (2) - (1)	Rangnummern d. abs. Differenzen
	Meß- werte (1)	Meß- werte (2)		
21	24,00	25,50	+ 1,50	7
22	4,15	1,90	- 2,25	13
23	6,40	11,30	+ 4,90	26,5
24	7,00	14,00	+ 7,00	31
25	6,85	4,70	- 2,15	12
26	21,75	4,56	-17,19	39
27	2,55	4,50	+ 1,95	10
28	1,90	1,20	- 0,70	4,5
29	12,70	12,70	0	-
30	26,10	20,10	- 6,00	28
31	13,65	4,90	- 8,75	34
32	13,25	9,80	- 3,45	23,5
33	10,95	4,90	- 6,05	29
34	9,70	8,30	- 1,40	6
35	2,80	2,70	- 0,10	1
36	1,80	3,45	+ 1,65	9
37	5,80	3,20	- 2,60	16,5
38	4,05	7,50	+ 3,45	23,5
39	15,65	1,75	-13,90	37
40	40,20	22,70	-17,50	40
41	9,70	22,30	+12,60	36
42	10,00	7,10	- 2,90	19
43	5,70	2,31	- 3,39	22
statistisch auffällig (+)				

Tab. 15

Vergleich der Resultate zwischen Goldax im 1. Vj. und Paste V im 5. Vj.
hinsichtlich des Glührückstandes.

Beobachtungsperiode				
Fall Nr.	Goldax 1. Vj.	Paste V 5. Vj.	Differenz (2) - (1)	Rangnummern d. abs. Differenzen
	Meß- werte (1)	Meß- werte (2)		
1	3,60	0,40	- 3,20	27
2	17,40	15,04	- 2,36	21
3	11,00	3,50	- 7,50	36
4	13,90	24,80	+10,90	39
5	30,70	14,00	-16,70	41
6	7,80	10,30	+ 2,50	24
7	2,20	5,00	+ 2,80	25,5
8	1,80	1,60	- 0,20	1,5
9	2,40	0,66	- 1,74	19
10	1,10	1,10	0	-
11	1,60	0,40	- 1,20	12,5
12	2,20	0,30	- 1,90	20
13	0,87	2,45	+ 1,58	16
14	1,10	1,32	+ 0,22	3
15	37,90	20,60	-17,20	42
16	1,10	0,20	- 0,90	9,5
17	6,20	1,20	- 5,00	32
18	4,60	4,80	+ 0,20	1,5
19	6,20	0,40	- 5,80	33
20	3,90	0,25	- 3,65	28
21	13,60	15,10	+ 1,50	15
22	1,80	0,75	- 1,05	11
23	2,10	6,00	+ 3,90	29
24	3,80	8,70	+ 4,90	31
25	5,10	2,30	- 2,80	25,5

Fall Nr.	Goldax 1. Vj.	Paste V 5. Vj.	Differenz (2) - (1)	Rangnummern d. abs. Differenzen
	Meß- werte (1)	Meß- werte (2)		
26	13,80	1,35	-12,45	40
27	1,70	1,45	- 0,25	4
28	1,10	0,75	- 0,35	6
29	9,10	7,80	- 1,30	14
30	16,30	12,20	- 4,10	30
31	8,00	2,00	- 6,00	34
32	4,00	4,70	+ 0,70	7,5
33	5,00	2,60	- 2,40	22,5
34	4,30	4,60	+ 0,30	5
35	1,60	0,90	- 0,70	7,5
36	0,40	1,60	+ 1,20	12,5
37	3,50	1,10	- 2,40	22,5
38	2,30	4,00	+ 1,70	17,5
39	6,70	0,30	- 6,40	35
40	24,20	14,20	-10,00	38
41	3,20	10,90	+ 7,70	37
42	4,30	3,40	- 0,90	9,5
43	3,00	1,30	- 1,70	17,5
statistisch auffällig (+)				

Tab. 16

Versuchspaste V hatte einen chemisch neuen Putzkörper, der in seiner Wirkung zufriedenstellend war, das heißt einen Putzeffekt ohne schädigende Nebenwirkung. Wir können aber trotz statistisch auffälligen Ergebnisses doch nicht ohne weiteres annehmen, daß Paste V eine zahnsteinlösende Wirkung hat. Darüber könnten nur weitere Versuche Aufklärung geben. Diese Versuchspaste wurde nämlich im 5. Vierteljahr verwendet, wo Zeit- und Übungseffekt bereits ein Höchstmaß erreicht hatten.

DISKUSSION

Zwischen der Zahnsteinmenge, die nach Benutzung von handelsüblichen Pasten auf Phosphat-Basis und nach Anwendung von Versuchspasten auf Monoäthanolamindiglykolat-Basis mit verschiedenen Putzkörpern festgestellt wurde, ergaben sich folgende Resultate. Wir haben einen Vergleich gemacht bei unverbundenen Stichproben zwischen Paste I und II im 2. Vierteljahr und zwischen Paste III und IV im 3. Vierteljahr. Wir konnten keine Unterschiede zwischen Paste I und II sowie III und IV feststellen, obwohl jede Paste verschiedene Putzkörper hatte. Lediglich eine Nebenwirkung machte sich bemerkbar, und zwar besonders nach Benutzung von Paste II mit dem Putzkörper: Calciumpyrophosphat.

Wie schon meine "In Vitro-Versuche" gezeigt haben, ist gerade die calciumpyrophosphathaltige Zahnpaste hoch abrasiv. Man muß also damit rechnen, daß Schädigungen am Zahnhals auftreten, umso mehr als heute 80 % aller Menschen in fortgeschrittenem Alter an einem oder mehreren Zähnen Zahnfleischrezessionen aufweisen, und somit Dentin im Wurzelbereich freiliegt. Dementsprechend sind auch Abrasionsschäden zu erwarten. Das zeigten auch die Untersuchungen. Besonders gefährdet sind die buccalen Cervikalpartien des Zahnes, weil diese Stellen am meisten der Putzkörperwirkung ausgesetzt sind. So mußte ich feststellen, daß mehrere meiner Probanden keilförmige Defekte am Zahnhals aufweisen, wohl mit Sicherheit hervorgerufen durch eine zu starke Putzkörperwirkung der Pasten. Diese Patienten mußte ich von der Versuchsreihe ausschließen und von der Benutzung der Zahnpaste abraten. Diese Probanden benutzten die calciumpyrophosphathaltigen Pasten.

Diese Tatsache, daß die Versuchspaste I und II einerseits, sowie III und IV andererseits keine zahnsteinlösende Wirkung zeigten, wohl aber Nebenwirkung, wirft für uns die Frage auf, welchen Einfluß die verschiedenen Putzkörper in diesen Pasten auf die Zähne haben, weil bekanntlich Schmelz und Zahnstein das gleiche Mineral von der Zusammensetzung $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{OH}_2$ besitzen. Diese bilden die Kristallite des Schmelzes und den organischen Anteil des Dentins sowie die mineralischen Anteile des fertigen harten Zahnsteins.

Es ist bewiesen worden, daß der Abrasionseffekt und Reinigungseffekt eng miteinander verbunden sind. Mit steigender Abrasion steigt auch die Putzkraft. Die in unseren Versuchspasten vorhandenen Putzkörper tragen nicht zur Zahnsteinbeseitigung bei, verhindern auch nicht seine Neubildung und von Auflösung kann keine Rede sein.

Wir haben in weiteren Versuchen einen Vergleich gemacht bei verbundenen Stichproben zwischen Paste II im 2. und 4. Vierteljahr und hofften auf ein gesichertes Resultat, was aber nicht eintraf. Ein besseres Ergebnis erzielten wir mit Paste II im 4. Vierteljahr gegenüber Goldax im 1. Vierteljahr, wobei aber vermutlich Zeit- und Übungseffekt ausschlaggebend waren. Was noch durch die Tatsache unterstützt wird, daß derselbe Vergleich mit Paste II im 2. Vierteljahr gegen Goldax im 1. Vierteljahr keinen Unterschied brachte. Versuchspaste III konnte statistisch eine bessere Wirkung zeigen. Aber je länger die Versuche dauerten, desto besser wurde die Reinigungstechnik, desto mehr spielte Zeit und Übung eine Rolle. Man kann unmöglich diese Faktoren außer acht lassen. Die Tatsache, daß der Putzkörper, der hier verwendet wurde, chemisch gesehen keine starke Abrasion besitzt, unterstützt noch meine Auffassung, daß Versuchspaste III keine wesentliche Änderung im Versuch brachte. Im 5. Vierteljahr wurde das Pastengemisch V, Maddrell'sches Salz-Magnesium-Tetramethaphosphat versucht. Mit dieser Paste waren die Versuche im März 1964 abgeschlossen, die in ihrer Wirkung zufriedenstellend waren, d.h. keine Nebenwirkungen aufwiesen. Aber mit Sicherheit können wir trotz statistisch gesicherten Resultats nicht sagen, daß die Paste V zahnsteinlösend wirkt, weil Zeit- und Übungseffekt möglicherweise ein hohes Maß erreicht hatten.

Die positiven Einflüsse des Monoäthanolamindiglykolats auf den Zahnstein waren groß. Der Zahnstein veränderte seine Farbe und wurde wesentlich weicher, so daß seine mechanische Entfernung leichter war. Einen wesentlichen Fortschritt zeigte aber die Paste in der Zusammensetzung Maddrell'sches Salz-Magnesium-Tetramethaphosphat, und zwar nicht nur in qualitativer, sondern auch in quantitativer Hinsicht. Man konnte auch keine Schädigungen oder Nebenwirkungen feststellen. Trotzdem erscheint mir die Forderung von W. Zunft und K. Ranft (23) gerechtfertigt, Mindestforderungen für die Herstellung von Zahnpasten aufzustellen. Es genügt nicht, durch klangvolle Namen und raffinierte Propaganda die "Waren" am Markt gut abzusetzen. Es bedarf unbedingt einer wissenschaftlichen Kontrolle und Erprobung dieser "Waren", wenn wir Nebenwirkungen und Schädigungen vermeiden wollen. Andererseits müssen wir Ärzte eine gewissenhafte Zahnsteinentfernung, vor allem bei den marginalen Parodontopathien, in den Vordergrund der Behandlung stellen.

ZUSAMMENFASSUNG

1. Kurzer Überblick über die Aetiologie, die Genese und den chemischen Aufbau des Zahnsteins.
2. Methode der mechanischen Zahnreinigung durch den Zahnarzt und durch eine häusliche Selbstbehandlung.
3. Bisherige Versuche, durch chemische Mittel den Zahnstein zu lösen oder seine Neubildung zu beeinflussen.
4. Methoden der Abrasionsmessung durch Wägung, durch Messung oder durch Bestrahlung, um quantitative Aussagen über die Wirkung von Putzkörpern geben zu können.
5. Die zahnsteinlösende Wirkung von Monoäthanolamindiglykolat bei verschiedenen Putzkörpern wurde untersucht und durch In-vivo- und In-vitro-Versuche ergänzt.
 - a) Die Wirkung von monoäthanolamindiglykolathaltigen Zahnpasten mit Zinn (II) in Salzsäure und Calciumpyrophosphat.
 - b) Schädigungen und Nebenwirkungen nach Verwendung von Paste II.
 - c) Die Zahnpaste mit Maddrell'schem Salz wies keine Nebenwirkungen auf, war aber in ihrer Wirkung nicht zufriedenstellend.
 - d) Eine bessere Wirkung und einen wesentlichen Fortschritt in der Entwicklung zahnsteinlösender bzw. -verhindernder Mittel zeigte die Paste mit der Zusammensetzung Maddrell'sches Salz - Magnesium - Tetramethaphosphat mit Monoäthanolamindiglykolat, wobei Veränderungen am Zahnstein, ohne Nebenwirkung am Zahnhals, erreicht wurden.
 - e) Bei In-vitro-Versuchen wurden Zähne in Kunststoffmasse eingebettet und auf den Abrasionstestmaschinen unter Verwendung verschiedener Putzkörper abradiert, in weiteren Versuchen der Schmelz abgetragen und das Dentin blank poliert, aus den Zähnen längliche Blöckchen geschnitten, wieder in Kunststoffmasse eingebettet und auf der Abrasionstestmaschine mit verschiedenen Putzkörpern abradiert sowie mit Hilfe der "Schatten-Methode" die abradierte Fläche ausgezählt und gemessen.

LITERATURVERZEICHNIS

1. K. F. HOFFMANN: Zahnpflegemittel zu Beginn des 19. Jahrhunderts.
Zahnärztl. Rundschau 192, 1950.
2. H. TÜRKHEIM: Untersuchung über das Zahnsteinlösungsvermögen der
gebräuchlichen Zahnpasten.
Zahnärztl. Rundschau 33, 325, 1924.
3. FOCKE: Marginales Paradentium und häusliche Selbstpflege.
Zahnärztl. Welt 6, 106, 1951.
4. J. KLUCZKA: Die Leicht- und Ausheilungstherapie der Parodontose.
Zahnärztl. Rundschau 60, 464, 1951.
5. H. MATHIS: Die sogenannte Parodontose.
Wien 1948, S. 265.
6. H. MATHIS: Zahnheilkunde und Innere Medizin.
Leipzig 1956, S. 338.
7. D. WENDE: Über das Problem der Zahnsteinentfernung mit chem. Mitteln
unter besonderer Berücksichtigung eines neuen Mittels, Triäthanolamin-
diglykolat.
Med. Diss. Mainz 1961.
8. E. GERBE: Die Wirkung von Monoäthanolamindiglykolathaltigen Zahn-
pasten auf die Verringerung der Zahnsteinablagerungen.
Med. Diss. Mainz 1963.
9. C. NÄSLUND: Studies of Tartar Formation Acta path. microbiol.
Scandinav. 3, 637, 1926.
10. W. MILLER: Lehrbuch der konservierenden Zahnheilkunde.
Leipzig 1903, S. 383.
11. P. HEYEMANN: Der Zahnstein, seine Entstehung vom physikalisch-
chemischen Gesichtspunkt aus.
Dtsch. Monatsschrift für Zahnheilkunde 834, 1925.
12. W. CHARTERS: Immunizing Both Hard and Soft Mouth Tissues to In-
fection by Correct Stimulation with the Toothbrush.
Journ. Amer. Dent. Assoc. 15, 87, 1928.

13. P. STILLMAN: A Philosophy of the Treatment of Periodontal Disease.
Dental Digest 38, 315, 1932.
14. A. FONES: Mouth Hygiene.
Philadelphia 1934.
15. J. HIRSCHFELD: Gingival Massage,
Journ. Amer. Dent. Assoc. 43, 290, 1951.
16. H. GERLACH: Zahn- und Mundpflege als wissenschaftliches Teilstück
der Zahnheilkunde.
Zahnärztl. Rundschau 141, 1950.
17. H. SCHRÖDER: Erfahrungstatsachen als Grundlage für eine lokale
Prophylaxe und Therapie der Karies.
Ber. Dtsch. Ges. f. Zahn- Mund- Kieferheilkunde 251, 1936.
18. J. GERKE und A. SPITZBART: Die Beeinflussung der Säurebildner der
Mundhöhle durch neuartige Zahn- und Mundpflegemittel.
Zahnärztl. Rundschau 60, 471, 1951.
19. B. SCHEIBE: Der Zahnstein und seine Bekämpfung mit Mundpflegemitteln
unter Berücksichtigung eines neuen Mittels, "Kalobren".
Med. Diss. Leipzig 1950.
20. W. LEHR: Die Nebenwirkung der handelsüblichen Präparate und Tinkturen
zur Beseitigung der supragingivalen Zahnauflagerungen auf dem
Schmelz unserer Zähne.
Dtsch. Zahnärztl. Welt 42, 53, 1939.
21. PFANZAGL: Allgemeine Methodenlehre der Statistik.
Berlin 1965, Band II, S. 270.
22. R. MÜHLHAUS: Untersuchung über den strukturellen Aufbau des Zahn-
steins und über ein Zahnsteinlösendes Mittel.
Med. Diss. Bonn 1950.
23. W. ZUNFT und K. RANFFT: Zahnpraxis und Zahnpaste.
Zahnärztl. Rundschau 60, 260, 1951.
24. A. JAQUET: Abrasionswirkung verschiedener Zahnbürsten und Zahn-
pasten.
Bern 1953.

25. S. EPSTEIN: Practical Significance of Abrasives in Dentifrices.
Journ. Amer. Dent. Assoc. 31, 400, 1944.
26. G. ROBINSON: The Abrasiveness of Dentifrices as Measured on the
cervical areas of Extracted Teeth.
Journ. Dental Res. 27, 195, 1948.
27. R. GRABENSTETTER: The Measurement of the Abrasion of Human Teeth
by Dentifrice Abrasives: A Test Utilizing Radioactive Teeth.
Journ. Dental Res. 37, 1060, 1958.
28. M. TAINTER: The Relationship of Particle Size and Other Properties of
Dentifrice Ingredients to Toothbrush Abrasion of Enamel.
Journ. Dental Res. 22, 335, 1943.

Herrn Professor Dr. J. K l u c z k a möchte ich herzlichst danken für die Überlassung des Themas und für die freundliche Anleitung bei den Versuchen.

Ebenfalls zu Dank verpflichtet bin ich Herrn Dr. H. -J. L a n g e, Mitarbeiter des Institutes für Med. Statistik in Mainz, für seine Unterstützung bei der statistischen Auswertung.

LEBENS LAUF

Als Sohn des Schneidermeisters István Szabó und dessen Ehefrau Julianne Szabó geb. Viznyiczki wurde ich am 10. 12. 1935 in Cegléd (Ungarn) geboren.

Am 1. 9. 1942 wurde ich in die Volksschule in Budapest eingeschult, die ich 1952 verließ. Am 14. 6. 1956 absolvierte ich auf dem der Volksschule angeschlossenen Gymnasium in Budapest das Abitur. Noch in demselben Jahr mußte ich meine Heimat verlassen.

Im Sommer 1957 entschloß ich mich zum Studium der Zahnheilkunde an der Johannes Gutenberg-Universität Mainz und bestand dort im April 1960 die Zahnärztliche Vorprüfung. Am 28. März 1963 wurde mir, ebenfalls in Mainz, die Approbation als Zahnarzt zuerkannt.



